

AGRICULTURA EM SÃO PAULO
Boletim Técnico do Instituto de Economia Agrícola

Ano 37

Tomo 1

1990

PODE A AGRICULTURA SER FATOR DINÂMICO DE CRESCIMENTO DOS PAÍSES SUBDESENVOLVIDOS?(¹)

Ruy Miller Paiva(²)

RESUMO

O estudo aponta três elementos que são muito freqüentes nos países subdesenvolvidos, mas ainda não reconhecidos pelos estudiosos do desenvolvimento econômico.

Esses elementos são: 1) limitação dos recursos naturais (terra e clima); 2) impossibilidade de superar essa limitação com pesquisa agrícola; e 3) restrições nos preços de produtos agrícolas nos mercados interno e externo. Esses elementos constituem uma forte barreira ao crescimento e aprimoramento da agricultura.

O estudo conclui que na presença daqueles elementos, há muito pouco países, na presente situação do mundo, que poderiam esperar ter o setor agrícola como o elemento dinâmico do seu desenvolvimento econômico.

COULD AGRICULTURE BE A DYNAMIC SECTOR IN THE GROWTH OF UNDERDEVELOPED COUNTRIES?

SUMMARY

The study points to three elements that are too frequent in the underdeveloped countries, but not yet recognized by the students of economic development.

These elements are: "limitation of natural resources (land and climate); "impossibility to solve this limitation with agricultural research"; and "restrictions in the prices of agricultural products, both in internal and external markets". These elements constitute a strong barrier to agricultural growth and improvement.

The study advances saying that under these elements there are very few countries, in the world's present situation, that could expect to have the agriculture sector as the dynamic element of its economic development.

(¹) Recebido em 03/05/90. Liberado para publicação em 14/05/90. O autor agradece a Paulo F.C. de Araújo e Gabriel L.S.P. da Silva pela leitura e críticas que fizeram a este trabalho.

(²) Ex-Diretor Geral do Instituto de Economia Agrícola (IEA), Servidor Emérito do Estado de São Paulo e Assessor da Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz.

1 - INTRODUÇÃO

Em trabalho anterior, procurou-se mostrar que a agricultura não poderia agir como elemento dinâmico de desenvolvimento dos países subdesenvolvidos ⁽³⁾(9). E que isso se devia a três causas básicas: limitação de recursos naturais (terra e clima); impossibilidade da pesquisa agrícola resolver essa limitação; e restrições impostas aos preços e mercados dos produtos agrícolas. Causas essas que não têm sido devidamente consideradas pelos estudiosos do assunto.

Com este artigo, faz-se um resumo sintético desse trabalho, de suas idéias, análises e evidências empíricas que foram usadas para chegar a suas conclusões. Reconhece-se que as evidências empíricas usadas ainda não são suficientes. Mas procura-se neste resumo, dar melhor amarração lógica à argumentação econômica que leva a essa conclusão.

O crescimento econômico recentemente alcançado pelos países de Extremo Oriente, os chamados "Tigres da Ásia" vem em apoio à tese deste trabalho, pois o crescimento da agricultura não foi o elemento básico em que se apoiaram para alcançar o desenvolvimento econômico.

1.1 - O Crescimento da Produtividade na Agricultura

O crescimento da produtividade na agricultura tem passado por grandes mudanças em sua longa história.

Em passado não muito distante, a produtividade da agricultura dependia basicamente da qualidade dos recursos naturais, isto é, de solos férteis, boa topografia e clima favorável; e ainda da força física dos trabalhadores e, eventualmente, de uma pequena irrigação.

No presente, como fruto da pesquisa científica e da constante tentativa de agricultores mais esclarecidos de encontrar novas práticas de cultivo de maior rendimento, criou-se uma série de novos conhecimentos que se constituem hoje no que se pode chamar de teoria da modernização agrícola. Com esta, a agricultura tem conseguido grande aumento de produtivi-

dade, e, mais importante, deixou de depender de solos e climas que são naturalmente férteis e da força física do homem. Mesmo em condições de solo e clima antes considerados desfavoráveis, pode-se, com frequência e com nova tecnologia, corrigi-los e conseguir aumento satisfatório de produtividade.

A teoria da modernização agrícola trouxe, inicialmente, grande otimismo aos países subdesenvolvidos. Países com solo e clima então considerados inadequados à produção agrícola passaram a ter aspirações de aumentos de produtividade e produção, e, portanto, de crescimento econômico. Nas décadas de 1950 e 1960, devido a essa esperança, dispendiosos programas internacionais de ajuda e assistência técnica foram lançados em grande escala e em muitos países pobres.

Entretanto, não houve o sucesso esperado com esses programas. O Prêmio Nobel, professor SCHULTZ (12) diz que os programas de assistência técnica à agricultura nos Estados Unidos foram ... "de sucesso inacreditável em termos de aumento de produção" ... No entanto, ... "em nosso esforço no exterior, de assistência aos países pobres para desenvolver a agricultura moderna, essa abordagem está longe de obter sucesso, como mostra, por exemplo, o que se conseguiu na Índia" ... E, por fim, Schultz pergunta: "Por que essa falta de sucesso no exterior?"

A pergunta formulada por Schultz é da maior importância. E as respostas são sempre inúmeras e de certo modo repetitivas, indo da falta de recursos naturais adequados (solo e clima) à ausência de tecnologia apropriada, ao despreparo dos empresários agrícolas, à limitação de recursos financeiros, a programas políticos conflitantes com o interesse da agricultura e a muitos outros. Todos eles têm sua participação de culpa nos insucessos da modernização dos países subdesenvolvidos.

Neste trabalho não se pretende analisar a importância desses elementos, como fatores de restrição à modernização dos países subdesenvolvidos. O objetivo que se tem é mostrar a importância de apenas três deles que podem agir como fatores impeditivos da modernização desses países. A tese que se propõe é de inte-

⁽³⁾ As expressões Países desenvolvidos e subdesenvolvidos serão usadas em todo o trabalho, sem caracterização de grau de desenvolvimento.

resse significativo, pois esses três elementos não podem praticamente ser corrigidos, enquanto os demais acima apontados o podem ser. Isso coloca o país subdesenvolvido em posição difícil, pois se esses elementos nele se apresentam em maior escala não se pode esperar que a modernização agrícola possa elevar a produtividade, a produção e o retorno financeiro de sua agricultura; e, portanto, que essa agricultura possa agir como fator dinâmico de seu desenvolvimento econômico. Como será mostrado posteriormente, apenas poucos países subdesenvolvidos podem escapar dessa situação.

A questão a ser discutida é, então, a presença nos países subdesenvolvidos dos três seguintes elementos ou condições: "precariedade dos recursos naturais"; "limitação das pesquisas agrícolas" e "restrição dos mercados e preços" no mercado interno e externo.

Com a "precariedade dos recursos naturais", procura-se mostrar que os países subdesenvolvidos são mal dotados de condições de solo e clima favoráveis à agricultura moderna, principalmente tendo em vista a população que depende da agricultura. Em seguida, será discutido o item que tem sido pouco considerado pelos estudiosos: que a pesquisa agrícola sofre de inúmeras limitações que a impedem de trazer melhoria a grandes áreas do globo cujos solos e climas mostram-se desfavoráveis à agricultura, áreas essas que são muito freqüentes nos países subdesenvolvidos. E, por último, é discutido o item mais importante, por ser o que se mostra mais desfavorável a esses países, e que diz respeito aos preços e mercados, interno e externo.

2 - PRECARIIDADE DOS RECURSOS NATURAIS

Com freqüência, afirma-se que os países não desenvolvidos são, em geral, mal dotados de recursos naturais, em termos de solo e clima favoráveis à agricultura; e que suas áreas mais adequadas mostram-se muito reduzidas quando em confronto com o elevado número de sua população que depende da agricultura. Desse modo, são obrigados a usar terras de baixa fertilidade para atender toda sua população de agricultura em São Paulo, SP, 37(1):159-181, 1990.

cultores; e, ainda, a usar terras excessivamente inclinadas, sujeitas a constante erosão e terras pouco profundas, de condições físicas desfavoráveis, em termos de percentagem de argila, cascalho e areia.

Com isso, o rendimento por hectare e o retorno financeiro são baixos, impedindo que a agricultura possa agir como elemento dinâmico do desenvolvimento econômico do país.

Para comprovar essas afirmativas é preciso trazer evidências empíricas às seguintes questões:

- que os países subdesenvolvidos têm sérias limitações de terra e clima favoráveis à produção agrícola, quando em confronto com sua numerosa população de agricultores;
- que parte ponderável de suas produções agrícolas provém de áreas impróprias e que, portanto, são de pequeno rendimento por hectare e de baixo retorno econômico.

Não se tem em mão estatísticas que comprovem que os países subdesenvolvidos em geral sofrem dessas limitações. Mas dispõe-se de dados sobre o Brasil, com os quais se pode dizer da freqüência no País de solos e climas favoráveis e desfavoráveis à agricultura. Como se reconhece que o Brasil é melhor dotado de recursos naturais do que a grande maioria dos subdesenvolvidos e, ainda, dispõe de áreas novas de fronteira a serem ocupadas por sua população agrícola, pode-se com base na situação dele julgar, a grosso modo, a situação dos subdesenvolvidos. Se se constatar que no Brasil a presença de solo e clima desfavorável é muito freqüente, maior razão haverá para se admitir que a situação das demais seja ainda pior.

São diversas as pesquisas agrícolas no Brasil que trazem informações sobre as características de seus solos e clima e as aptidões agrícolas dos mesmos. Serão discutidas a seguir algumas dessas pesquisas.

Informações de maior amplitude geográfica sobre a disponibilidade de terras no Brasil, segundo suas aptidões agrícolas, provém de estudos elaborados pela SUPLAN, do Ministério da Agricultura (1). Com base em ampla revisão bibliográfica dos levantamentos realizados no País sobre a potencialidade agrícola de suas terras e, após cuidadoso trabalho de interpretação e uniformização dos resultados, foi elaborado um quadro que quantifica a disponibilidade

de de terras do Brasil, segundo suas aptidões agrícolas. Estas aptidões variam muito caso se trate de culturas temporárias ou permanentes, pois estas podem aproveitar as terras inclinadas sem sofrer maiores danos com a erosão. Como também no caso de "manejo tradicional" e "manejo desenvolvido", pois com este último, o emprego de fertilizantes, máquinas e outros insumos modernos pode tornar muitas das terras que são improdutivas em produtivas.

O trabalho da SUPLAN considera todos esses elementos para estabelecer o mapa das terras do País com suas aptidões agrícolas. Apresenta resultados muito detalhados. Serão transcritos a seguir apenas alguns de seus resultados.

Os dados de caráter mais geral mostram que a presença de terras no País, classificadas como "boas" e "regulares" (para lavouras temporárias e de manejo tradicional), é muito reduzida, de apenas 2% e 5% respectivamente. Grande parte do território está em terras classificadas de aptidão "restrita" e "não aptas" com 50% a 43%, respectivamente. Para lavouras permanente e de "manejo tradicional", as percentagens de terras "boas" e "regulares" se elevam pouco, para 2% e 12% respectivamente. Para agricultura de "manejo desenvolvido", as percentagens de terras de aptidão "boa" e "regular" também se elevam para 3% e 30% respectivamente, no caso de lavouras temporárias e de 4% e 32% no de lavouras permanentes⁽⁴⁾. As percentagens de terras piores de aptidão, "restrita" e "não apta", continuam elevadas, de 27% e 40% respectivamente, no caso de culturas temporárias e de 25% e 39% no caso das permanentes (quadro 1).

Esses dados confirmam a primeira questão acima mencionada, que o Brasil é pobre em terras de "boa" aptidão. E se o Brasil tem essa limitação pode-se aceitar que os países subdesenvolvidos em geral as tenham em grau ainda mais elevado.

Informação de relevância do mesmo trabalho da SUPLAN tem-se com a distribuição da lavoura do ano 1972, segundo as classes de aptidão do solo. O critério adotado para a distribuição foi o de admitir que somente após o uso

das terras de melhor qualidade ("boas" e "regulares") é que as de pior ("restrita" e a "não apta") seriam utilizadas.

Nessa parte da pesquisa, os cálculos foram feitos para todos os Estados. Os resultados foram apresentados colocando-se as áreas conjuntas das classes "boa" e "regular" em confronto com o conjunto das "restritas" e "não aptas" (ambas em sistema de manejo desenvolvido).

Examinando-se esses dados, constata-se que no Nordeste, em quatro dos seis principais Estados (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco), 60% da área de lavoura temporária foi plantada em solos classificados como "restrito" e "não apto" e apenas 40% em solos das classes "boa e regular". Nos demais Estados do Nordeste, as percentagens das lavouras nas classes "restrita" e "não apta" são menores: 15% em Alagoas, 4% em Sergipe, 15% na Bahia, e 30% no Maranhão e Piauí. Nos demais Estados, as percentagens plantadas nas piores classes mostram-se menores, variando de 1% em São Paulo a 15% em Santa Catarina (quadro 2).

Esses dados comprovam, em parte, a segunda questão acima elaborada: que parte ponderável da produção agrícola do País provém (no caso da Região Nordeste) de terra e clima impróprios e de baixíssimo rendimento por hectare.

Outra pesquisa que fornece informações valiosas foi realizada pelo IPEA em 1971/72⁽⁵⁾, com base em amostra aleatória de 513 estabelecimentos agrícolas, nos Municípios de Caruaru, Serra Talhada e Petrolina no Estado de Pernambuco e Pacajús, Jaguaruana e Brejo Santo, no Ceará. O objetivo do estudo foi de constatar a situação da agricultura dessas áreas quanto ao uso dos solos (de acordo com suas aptidões agrícolas), tecnologia empregada, renda dos empresários e outros mais.

A fim de constatar a aptidão dos solos, os agrônomos enumeradores encarregados do preenchimento dos questionários da pesquisa foram antecipadamente treinados por pedólogos do Ministério da Agricultura. Os solos, quanto a aptidão agrícola, foram classificados

⁽⁴⁾ O conceito de "manejo desenvolvido" seria hoje mais amplo do que na época do estudo, devido ao desenvolvimento de novas tecnologias. Certamente as percentagens de terras de aptidão "boas" e "regulares" "de manejo desenvolvido" seriam, então, superiores se o estudo fosse atualizado.

⁽⁵⁾ Para maiores informações ver PAIVA (9), p.69 e apêndice I, p.187.

QUADRO 1. – Suprimento de Terras no Brasil por Região, Segundo as Classes de Aptidão para Cultura Temporária e Permanente e em Sistemas de Manejo Tradicional e Desenvolvido

(em porcentagem)

Tipo de manejo, duração do ciclo e classe de aptidão	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Brasil
Manejo tradicional						
Temporária						
Boa	–	0,30	6,41	4,75	5,20	2,00
Regular	1,13	8,00	10,31	15,13	1,17	5,00
Restrita	72,87	31,93	31,38	42,19	29,93	50,00
Não apta	26,00	59,77	51,90	37,93	63,69	43,00
Permanente						
Boa	0,06	0,48	6,41	6,92	–	2,00
Regular	27,88	3,29	9,23	13,66	0,75	12,00
Restrita	56,42	25,36	30,15	32,90	28,35	40,00
Não apta	20,64	70,67	54,21	46,51	70,90	46,00
Manejo desenvolvido						
Temporária						
Boa	–	0,55	9,00	11,13	1,97	3,00
Regular	29,84	20,07	7,00	34,31	51,43	30,00
Restrita	38,24	20,84	20,00	8,57	18,74	27,00
Não apta	31,92	58,54	60,00	45,93	27,86	40,00
Permanente						
Boa	1,00	1,28	9,00	11,94	3,80	4,00
Regular	58,19	10,64	16,00	35,38	4,10	32,00
Restrita	18,11	20,70	28,00	14,19	50,94	25,00
Não apta	22,70	67,38	55,00	38,49	41,16	39,00

Fonte: SUPLAN (1), quadros 1 a 6, p.79-84.

Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):159-181, 1990.

QUADRO 2. - Estimativas da Distribuição das Áreas de Lavouras, Segundo as Classes de Aptidão dos Solos para Uso Avançado, por Unidade da Federação, Brasil⁽¹⁾, 1972

Unidade da Federação	Tipo de lavoura ⁽²⁾	Área ocupada com lavouras em 1972 (ha)	Lavouras ocupando solos das classes boa e regular p/ lav. temp. e perm. e temp. somente; uso avançado		Lavouras ocupando solos das classes boa e regular p/ lav. perm. apenas; uso avançado		Lavouras ocupando solos das classes restrita e inapta; uso avançado	
			%	ha	%	ha	%	ha
			Amapá	T	20.000	0	-	-
	P	8.000	0	-	100	8.000	-	-
Pará	T	230.000	100	230.000	-	-	-	-
	P	260.000	100	260.000	-	-	-	-
Outros do Norte	T	224.000	100	224.000	-	-	-	-
	P	135.000	100	135.000	-	-	-	-
Maranhão + Piauí	T	1.343.300	70	940.000	-	-	30	403.000
	P	30.000	45	13.000	45	13.000	10	4.000
Ceará	T	1.142.000	40	456.800	-	-	60	685.200
	P	90.000	45	40.000	35	30.000	20	20.000
Rio Grande do Norte	T	342.000	40	136.800	-	-	60	205.200
	P	120.000	35	42.000	-	-	65	78.000
Paraíba	T	535.400	40	218.400	-	-	60	317.000
	P	110.000	45	50.000	05	5.000	50	55.000
Pernambuco	T	1.092.300	40	437.000	-	-	60	635.300
	P	90.000	50	45.000	20	20.000	30	25.000
Alagoas	T	495.500	85	424.500	-	-	15	71.000
	P	50.000	30	15.000	-	-	70	35.000
Sergipe	T	128.200	92	116.800	04	5.700	04	5.700
	P	60.000	17	10.000	08	5.000	75	45.000
Bahia	T	1.336.900	78	1.037.300	07	90.000	15	209.000
	P	974.000	20	194.800	60	579.200	20	200.000
Minas Gerais	T	3.057.900	86	2.623.400	07	217.000	07	217.500
	P	623.000	40	249.300	60	373.700	-	-
Espírito Santo	T	397.100	82	325.100	09	36.000	09	36.000
	P	285.000	20	57.000	80	228.000	-	-
Rio de Janeiro	T	389.500	96	372.900	02	8.000	02	8.600
	P	143.000	20	28.500	80	114.500	-	-
São Paulo	T	3.652.500	97	3.559.200	02	60.000	01	33.300
	P	1.316.000	70	921.100	30	394.900	-	-
Paraná	T	3.946.700	93	3.670.400	04	154.000	03	122.000
	P	1.434.000	70	1.004.000	30	430.000	-	-
Santa Catarina	T	1.508.000	70	1.055.900	15	226.000	15	226.000
	P	108.000	40	43.200	60	64.800	-	-
Rio Grande do Sul	T	5.311.800	78	4.131.200	11	590.000	11	590.000
	P	208.000	20	41.600	60	124.800	20	41.000
Mato Grosso	T	946.600	96	911.600	-	-	04	35.000
	P	187.000	70	130.900	30	56.100	-	-
Goiás	T	1.619.800	97	1.571.200	-	-	03	48.000
	P	151.000	100	151.000	-	-	-	-

(¹) No Nordeste estão excluídas as áreas de sisal, algodão arbóreo e caju, por terem exigências de terras diferentes em comparação com as demais culturas permanentes.

(²) Sendo: T = Culturas Temporárias e P = Culturas Permanentes.

Fonte: SUPLAN (1) e INCRA (2).

em seis classes, de A a F, sendo que as escalas eram específicas para cada Município; assim o solo classe A de um Município podia ser melhor ou pior do que os A's de outros municípios.

São muitas as constatações de interesse dessa pesquisa. A primeira delas diz respeito à fraca aptidão dos solos dos 513 estabelecimentos da amostra. Apenas 9,4% da área total de 152.596 hectares desses estabelecimentos eram da classe A e 21,1% da classe B. A maior parte (51,0%) era das classes C e D e 18,5% das E e F (quadro 3).

Quanto à presença de lavouras nessas classes de solos, constata-se que apenas 17,9% da área total das culturas anuais e permanentes dos seis municípios estavam em solos da classe A e 58,3% em solos da classe B, ficando o restante, 23,8% em solos piores⁽⁶⁾ (quadro 4). E também constata-se que o rendimento por hectare das diferentes culturas decaem gradualmente das terras da classe A para as de classe pior.

Citando apenas o caso do algodão, tem-se a produtividade média (em culturas isoladas) dos seis municípios caindo de 316,5kg/ha nos solos classe A para 118,5kg/ha nos de classe D. O mesmo ocorre com o algodão em culturas consorciadas, cujos rendimentos decaem de 196,9 na classe A para 126,6 na classe C. Em algumas dessas, ocorrem, às vezes, acréscimos estranhos nas classes piores, que podem ser explicados tanto por falha do enumerador na classificação do solo como por melhor tratamento (combate a pragas, uso de fertilizantes, etc.) que tenha dado às terras piores (quadro 5).

Os dados dessa pesquisa comprovam novamente que parte da produção agrícola do Brasil provém de terras impróprias, com baixo rendimento por hectare.

Com outra pesquisa realizada no IPEA em 1970⁽⁷⁾, tem-se informações sobre a baixa Renda Líquida do agricultor e a relação desta com os índices do rendimento por hectare da produ-

ção.

A pesquisa baseou-se nos dados do Censo Agrícola de 1970. Com amostra aleatória de municípios de sete Estados: Ceará, Pernambuco, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, calculou-se então o Rendimento Médio (kg por ha) por cultura e por município e a Renda Líquida Agregada (Cr\$ por pessoa ocupada) por município.

O cálculo da Renda Líquida Agregada por município foi feito com base nos valores agregados das produções e das despesas e, portanto, mostra-se grosseiro no sentido de não diferenciar as despesas por culturas, assim como a aptidão das terras e as tecnologias empregadas.

Como o Censo Agrícola não divulga dados com que se possa calcular a Renda Líquida por cultura e por município, os pesquisadores do IPEA elaboraram um sistema para obter indiretamente as relações que desejavam conhecer entre a Renda Líquida e o Rendimento por hectare, de cada cultura e em cada município.

Foram tomados para cada cultura e em cada Estado dois grupos de municípios: o primeiro constituído por 20% dos municípios com maiores rendimentos por hectare e o segundo com 20% dos de menores rendimentos. Em seguida, calculou-se a Renda Líquida média dos municípios de cada grupo. E, assim, foi possível estabelecer a relação entre os Rendimentos por hectare e as Rendas Líquidas para cada cultura e cada Estado.

Interessa no momento mostrar apenas alguns resultados. Serão mostrados os dados do Ceará e de São Paulo⁽⁸⁾ (quadro 6).

No Ceará, o grupo de 20% dos municípios de maior rendimento por hectare (no algodão) mostra Renda Líquida média de Cr\$308,00 (por homem ocupado)⁽⁹⁾ e no grupo de 20% de menor rendimento mostra Renda Líquida média de Cr\$225,00. No arroz, o grupo de maior rendimento por hectare mostrou Renda Líquida média de Cr\$363,00 e o de menor rendimento de

⁽⁶⁾ É importante considerar que o uso de terras de má qualidade no plantio de culturas não se deve a uma defeituosa estrutura fundiária, em que grandes estabelecimentos preferam deixar as melhores terras para pastagens. Pois a área total de culturas nos seis municípios (27.623 ha) é superior à área total das terras de classe A (14.344 ha). Isso significa que se teria de usar terras de menor aptidão para manter a atual área plantada, ainda que se fizesse uma subdivisão ótima de estabelecimentos agrícolas nesses municípios.

⁽⁷⁾ Ver PAIVA (9), Apêndice II, p. 199.

⁽⁸⁾ Ver PAIVA (9), quadro III, p. 9, 92.

⁽⁹⁾ São mantidos os valores em cruzeiros de 1970, época em que foi levantado o Censo Agrícola, por considerar que o interesse dos dados está no confronto entre os grupos de municípios de mais alta renda e os de menor renda.

QUADRO 3. - Distribuição das Classes de Aptidão Agrícola dos Solos, em Amostra de 513 Estabelecimentos em Seis Municípios do Nordeste, Brasil, 1971/72

Município	Classe de Solo												Total	
	A		B		C		D		E		F			
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Caruaru	220	1,5	1.294	9,0	5.684	39,6	4.607	32,1	2.235	15,6	319	2,2	14.359	100,0
Petrolina	378	1,4	618	2,3	16.750	62,6	3.565	13,3	5.302	19,8	160	0,6	26.773	100,0
Serra Talhada	6.106	10,3	10.121	17,1	12.479	21,1	13.995	23,7	8.951	15,1	7.489	12,7	59.141	100,0
Pacajus	2.000	7,4	15.636	58,0	1.287	4,8	5.528	20,5	2.282	8,5	222	0,8	26.955	100,0
Jaguaruana	479	8,6	1.193	21,4	1.137	20,4	2.513	45,1	240	4,3	9	0,2	5.571	100,0
Brejo Santo	5.151	26,0	3.295	16,7	7.844	39,6	2.451	12,4	876	4,4	175	0,9	19.792	100,0
Total	14.334	9,4	32.157	21,1	45.181	29,6	32.659	21,4	19.886	13,0	8.374	5,5	152.591	100,0

Fonte: PAIVA (9).

QUADRO 4. - Distribuição das Áreas de Culturas Anuais e Permanentes, por Classe de Aptidão do Uso dos Solos, em Amostra de 513 Estabelecimentos em Seis Municípios do Nordeste, Brasil, 1971/72

Classe de solo	Caruaru		Petrolina		Serra Talhada		Pacajus		Jaguaruana		Brejo Santo		Total	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%	Área (ha)	%
A	-	-	61	11,7	2.215	42,3	86	0,6	135	11,6	2.441	48,5	4.938	17,9
B	377	19,9	15	2,9	1.892	36,2	12.003	87,2	738	63,3	1.074	21,3	16.099	58,3
C	920	48,6	428	81,9	1.060	20,2	240	1,7	186	16,0	1.370	27,2	4.204	15,2
D	427	22,5	16	3,1	66	1,3	1.244	9,0	106	9,1	149	3,0	2.008	7,3
E + F	171	9,0	2	0,4	-	-	201	1,5	-	-	-	-	374	1,3
Total	1.895	100,0	522	100,0	5.233	100,0	13.744	100,0	1.165	100,0	5.034	100,0	27.623	100,0

Fonte: PAIVA (9).

QUADRO 5. - Área Plantada e Rendimento Médio das Principais Culturas por Classe de Aptidão de Uso dos Solos, Amostra de 513 Estabelecimentos em Seis Municípios do Nordeste, 1971/72, Brasil

Produto	Classe de aptidão											
	A		B		C		D		E		F	
	Área plantada (ha)	Rendim. médio (kg/ha)										
Algodão												
1 - Caruaru	-	-	15,0	400,0	9,0	311,1	32,0	153,1	-	-	-	-
2 - Petrolina	10,3	1.660,2	-	-	11,0	109,1	7,5	133,3	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	220,1	190,3	643,2	95,9	289,9	74,7	22,4	71,4	-	-	-	-
4 - Pacajus	24,0	187,5	-	-	-	-	-	-	3,0	150,0	-	-
5 - Jaguaruana	48,0	334,4	138,0	532,6	80,5	265,5	3,8	323,7	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	1.160,0	330,0	471,0	276,2	662,5	171,8	19,2	69,2	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	316,5	-	214,1	-	152,8	-	118,5	-	150,0	-	-
Algodão consorciado												
1 - Caruaru	-	-	41,0	207,3	391,0	147,6	225,0	244,4	63,0	200,0	-	-
2 - Petrolina	-	-	-	-	29,0	60,7	-	-	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	1.217,7	169,1	1.131,9	142,6	535,0	96,2	-	-	-	-	-	-
4 - Pacajus	40,0	278,1	6,0	200,0	-	-	4,0	225,0	-	-	-	-
5 - Jaguaruana	51,7	342,3	597,6	208,3	58,5	244,9	62,0	227,4	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	851,4	224,0	296,1	121,2	285,0	137,4	-	-	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	196,9	-	159,9	-	126,6	-	240,5	-	200,0	-	-
Mandioca												
1 - Caruaru	-	-	52,0	2.921,1	211,0	6.498,6	6,0	2.250,0	2,0	2.750,0	-	-
2 - Petrolina	-	-	2,0	10.000,0	78,5	2.923,6	-	-	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	2,0	8.000,0	3,5	5.943,0	-	-	40,0	500,0	-	-	-	-
4 - Pacajus	-	-	59,0	3.948,1	39,0	2.100,0	59,0	5.576,1	1,0	3.000,0	-	-
5 - Jaguaruana	-	-	-	-	12,0	3.266,7	2,0	600,0	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	-	-	6,6	7.848,5	25,0	1.790,7	-	-	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	8.000,0	-	3.878,4	-	4.833,3	-	3.398,9	-	2.833,3	-	-
Milho												
1 - Caruaru	-	-	50,7	1.644,0	20,6	435,4	7,0	360,0	10,0	480,0	-	-
2 - Petrolina	-	-	-	-	4,5	240,0	2,0	30,0	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	2,0	500,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - Pacajus	-	-	-	-	4,0	300,0	-	-	-	-	-	-
5 - Jaguaruana	1,0	900,0	-	-	2,5	528,0	1,5	1.080,0	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	27,5	1.819,6	63,6	471,3	42,5	880,9	16,0	983,9	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	1.702,9	-	991,5	-	674,9	-	752,5	-	480,0	-	-
Milho consorciado												
1 - Caruaru	-	-	209,0	158,7	447,4	312,2	279,5	240,4	147,0	145,3	-	-
2 - Petrolina	2,9	465,5	-	-	130,0	69,6	-	-	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	1.828,7	476,3	741,4	313,9	230,0	400,0	-	-	-	-	-	-
4 - Pacajus	40,0	378,5	369,5	215,6	46,0	586,9	59,5	600,0	-	-	-	-
5 - Jaguaruana	73,2	494,0	587,6	360,0	60,5	453,2	68,0	155,6	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	877,9	1.307,1	365,6	636,9	398,5	929,5	109,2	761,4	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	733,8	-	347,5	-	507,1	-	375,7	-	145,3	-	-
Feijão												
1 - Caruaru	-	-	4,1	524,4	1,5	333,3	5,5	401,8	-	-	-	-
2 - Petrolina	4,8	1.166,7	2,0	1.250,0	2,5	360,0	1,0	360,0	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	3,8	268,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4 - Pacajus	-	-	-	-	7,0	214,3	-	-	-	-	-	-
5 - Jaguaruana	10,0	156,0	-	-	6,0	390,0	6,0	350,0	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	34,8	160,3	140,5	224,2	27,5	430,4	27,5	428,5	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	257,6	-	246,6	-	425,9	-	411,3	-	-	-	-
Feijão consorciado												
1 - Caruaru	-	-	143,0	149,4	394,4	188,2	201,0	224,8	107,0	288,8	-	-
2 - Petrolina	2,9	420,7	5,0	160,0	267,0	204,4	4,0	300,0	-	-	-	-
3 - Serra Talhada	1.587,8	58,5	808,8	40,5	327,2	48,8	-	-	-	-	-	-
4 - Pacajus	32,0	63,7	267,0	152,9	6,0	300,0	46,0	290,0	-	-	-	-
5 - Jaguaruana	73,1	182,3	182,6	111,4	47,0	181,9	61,0	41,1	-	-	-	-
6 - Brejo Santo	162,0	606,3	80,0	259,1	210,0	275,9	95,0	87,9	-	-	-	-
Rendim. médio ponderado	-	111,8	-	92,0	-	170,2	-	173,4	-	288,8	-	-

Fonte: PAIVA (9).

QUADRO 6. - Confronto Entre o Rendimento Médio e a Renda Líquida por Pessoal Ocupado dos Municípios de Maior e Menor Rendimento, por Hectare, em Amostra de 513 Estabelecimentos de Seis Municípios do Nordeste, Brasil, 1971/72

(continua)

Estado e item	Cultura								
	Algodão			Arroz			Cana-de-açúcar		
	Classe I 20% com maiores	Classe II 20% com menores	Classe I ----- Classe II	Classe I 20% com maiores	Classe II 20% com menores	Classe I ----- Classe II	Classe I 20% com maiores	Classe II 20% com menores	Classe I ----- Classe II
Ceará									
Rendimento médio (kg/ha)	380	140	2,71	1.066	280	3,81	37.031	7.390	5,01
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	366	225	1,63	363	182	1,99	340	195	1,74
Pernambuco									
Rendimento médio (kg/ha)	841	143	5,88	1.346	333	4,04	41.763	7.302	5,72
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	239	240	1,00	264	272	0,97	412	189	2,18
Espírito Santo									
Rendimento médio (kg/ha)	-	-	-	1.249	470	2,66	27.968	7.230	3,87
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	-	-	-	1.658	806	2,06	974	1.230	0,79
Minas Gerais									
Rendimento médio (kg/ha)	-	-	-	1.322	469	2,82	28.332	8.068	3,51
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	-	-	-	1.721	899	1,91	1.182	697	1,70
São Paulo									
Rendimento médio (kg/ha)	1.559	720	2,17	1.356	489	2,77	47.796	10.818	4,42
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	1.902	1.066	1,78	1.346	1.101	1,22	995	1.811	0,55
Santa Catarina									
Rendimento médio (kg/ha)	-	-	-	2.323	652	3,56	31.477	12.156	2,59
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	-	-	-	1.186	1.090	1,09	1.125	1.150	0,98
Rio Grande do Sul									
Rendimento médio (kg/ha)	-	-	-	3.302	628	5,26	25.830	9.321	2,77
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	-	-	-	1.971	1.278	1,54	1.887	1.988	0,95

Fonte: PAIVA(9).

QUADRO 6. - Confronto Entre o Rendimento Médio e a Renda Líquida por Pessoal Ocupado dos Municípios de Maior e Menor Rendimento, por Hectare, em Amostra de 513 Estabelecimentos de Seis Municípios do Nordeste, Brasil, 1971/72

(conclusão)

Estado e item	Cultura									Média das diferenças entre classes para o total das culturas ⁽¹⁾
	Feijão			Mandioca			Milho			
	Classe I 20% com maiores	Classe II 20% com menores	Classe I — Classe II	Classe I 20% com maiores	Classe II 20% com menores	Classe I — Classe II	Classe I 20% com maiores	Classe II 20% com menores	Classe I — Classe II	
Ceará										
Rendimento médio (kg/ha)	503	144	3,49	9.062	3.431	2,64	678	183	3,70	3,56
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	309	174	1,78	323	195	1,66	305	220	1,39	1,68
Pernambuco										
Rendimento médio (kg/ha)	821	154	5,33	7.591	2.952	2,57	853	209	4,08	4,60
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	324	108	3,00	445	147	3,03	372	203	1,83	1,77
Espírito Santo										
Rendimento médio (kg/ha)	517	235	2,20	13.332	5.073	2,63	1.101	534	2,06	2,70
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	966	1.515	0,64	1.138	1.298	0,88	1.151	797	1,44	1,04
Minas Gerais										
Rendimento médio (kg/ha)	776	230	3,37	13.743	4.135	3,32	1.887	773	2,44	3,09
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	1.396	787	1,77	1.599	835	1,91	704	729	0,97	1,65
São Paulo										
Rendimento médio (kg/ha)	755	272	2,78	15.740	3.533	4,46	2.250	1.139	1,98	3,59
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	2.063	1.524	1,35	1.856	1.276	1,45	2.227	741	3,01	1,38
Santa Catarina										
Rendimento médio (kg/ha)	859	398	2,16	19.417	7.461	2,60	2.219	1.073	2,07	2,59
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	1.339	1.072	1,25	1.448	1.017	1,42	1.484	995	1,49	1,24
Rio Grande do Sul										
Rendimento médio (kg/ha)	730	399	1,83	12.091	6.377	1,90	1.632	826	1,98	2,75
Renda líquida/pessoal ocupado (Cr\$)	1.605	1.933	0,83	1.893	1.621	1,17	1.758	1.879	0,94	1,05

(¹) Somatória dos valores da Classe I dividida pelos da Classe II.

Fonte: PAIVA(9).

Cr\$182,00. E nas demais culturas tem-se as seguintes diferenças de Renda Líquida média entre os grupos de maior e menor rendimento por hectare: a cana-de-açúcar de Cr\$340,00 para Cr\$195,00; a mandioca de Cr\$323,00 para Cr\$195,00; o feijão de Cr\$309,00 para Cr\$174,00; e o milho de Cr\$305,00 para Cr\$220,00.

Tomando-se os valores em conjunto dessas lavouras constata-se que a perda da Renda Líquida dos municípios de menor rendimento por hectare é de 40,4% em relação aos de maior rendimento por hectare.

Em São Paulo, como era de se esperar, as Rendias Líquidas são muito superiores às do Ceará. Elas variam de Cr\$1.398,00 no arroz a Cr\$2.227,00 no milho (no grupo de municípios de maior rendimento por hectare); e nos de menor rendimento por hectare variam de Cr\$741,00 no milho a Cr\$1.524,00 no feijão. Enquanto no Ceará esses valores vão de Cr\$305,00 no milho a Cr\$363,00 no arroz, no grupo de maior rendimento, e de Cr\$174,00 no feijão a Cr\$22,50 no algodão, nos de menor rendimento.

E a perda da Renda Líquida em São Paulo, tomando-se a média de todas as culturas, é de 39,4% nos grupos de municípios de baixo rendimento por hectare em relação aos de alto; valor esse praticamente igual ao do Ceará.

Esses dados vêm reforçar parte da segunda questão, levantada anteriormente, que diz respeito ao baixo rendimento e a baixa renda líquida.

Com a revisão dessas pesquisas tem-se reforço para afirmar que o Brasil tem limitações de terra e clima agricultáveis, que parte razoavelmente grande de sua produção agrícola provém de áreas impróprias e que nestas são baixos os Rendimentos e a Renda Líquida.

E como foi dito antes, se o Brasil é um dos países de melhor taxa de crescimento econômico (fora os países já desenvolvidos), pode-se admitir que as limitações agrícolas de solo e clima dos países subdesenvolvidos sejam ainda mais graves do que as do Brasil.

3 - LIMITAÇÃO DAS PESQUISAS AGRÍCOLAS

Não é fácil comprovar que as pesquisas têm ação limitada na solução dos problemas de Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):159-181, 1990.

deficiência dos recursos naturais, terra e clima, para a agricultura; que através delas mesmo que executadas, segundo normas cientificamente recomendadas, não se consegue necessariamente aumentos de produtividade e reduções de custos na produção agrícola, que são elementos imprescindíveis ao processo econômico.

Deve-se esclarecer primeiramente que se está adotando neste trabalho conceito restrito de pesquisa. Não se está considerando a pesquisa em seu caráter mais amplo, em que se inclui toda atividade capaz de criar direta ou indiretamente tecnologias mais produtivas de que as existentes. Sob esse aspecto mais amplo, não há dúvida que é difícil estabelecer limite à capacidade da pesquisa e ao que ela pode oferecer em favor da agricultura. O conceito da pesquisa, neste trabalho, é de interesse mais imediato e visa, principalmente, através de experimentos de campo, testar as formas de corrigir as deficiências dos recursos naturais que dificultam ou limitam a modernização da produção agrícola.

Os problemas que se admitem que não possam ser resolvidos pela pesquisa são os seguintes:

- solos pobres, de baixa fertilidade natural que não reagem ao emprego de fertilizantes e calcários;
- solos excessivamente inclinados ou rochosos que não permitem o uso de máquinas agrícolas;
- e condições impróprias de clima que impedem colheitas regulares, com índices satisfatórios de rendimento.

Há, evidentemente, muitos outros. A escolha destes se prende à importância dos mesmos para os países subdesenvolvidos, conforme mostrado na parte anterior deste trabalho.

Quanto aos dois últimos problemas, não deve haver dúvida de que as pesquisas oferecem pequenas possibilidades de solução. Sabe-se, por exemplo, que os especialistas em conservação de solo estabelecem, como regra geral, que máquinas agrícolas não devem entrar em terrenos de declividade acima de 12% e, em casos especiais, acima de 15%; que os terrenos com declividade de 20 a 30% devem ser usados para pastagens; e no caso de reflorestamento, pode-se usar terras de até 50%. E provam em suas pesquisas que a desobediência a esses princípios resulta em desgaste irreversível do solo pela erosão, impedindo que a área possa

manter uma agricultura de produtividade satisfatória.

E não há muito que a pesquisa possa fazer para elevar esses limites de declividade, além da construção de cordões e terraços de contorno, da adoção de rotação de culturas, do emprego de fertilizantes orgânicos, etc. No caso de terrenos muito inclinados, adotam-se patamares em níveis, de construção excessivamente dispendiosos e, por isso, somente em regiões de grande escassez de solos aráveis, onde os agricultores, por falta de outra opção, são obrigados a construí-los.

Quanto à impropriedade do clima, as pesquisas também pouco podem fazer. No caso de insuficiência ou incerteza de chuvas, a irrigação é a solução. Mas não havendo condições favoráveis à irrigação em termos de água e terras planas, as possibilidades desta também se reduzem.

A pesquisa tem ajudado com a construção de novos aparelhos, como os "pivôs centrais" e por sistema diferentes como a irrigação em gotejamento. E tem colaborado com a criação de linhagens de plantas resistentes à seca e com processos de cultivo conhecido nos Estados Unidos por "dry-farming system".

Quanto ao primeiro dos problemas acima citados, referente a solos de baixa fertilidade natural, que não reagem a fertilizantes e calcários, é preciso dizer inicialmente que há muitos solos pobres que reagem bem à aplicação desses elementos. Aliás, é com estes que a pesquisa agrícola tem obtido os melhores resultados e oferecido contribuição para o desenvolvimento de grandes áreas do globo. Mas há também enormes áreas de terras improdutivas, principalmente nos países subdesenvolvidos, que não reagem à adubação e correção de calcários ainda que as pesquisas experimentais sejam bem conduzidas. É que nessas áreas a terra não reage devido a falhas do próprio solo.

A comprovação empírica da frequência desses solos nos países subdesenvolvidos não se pode fazer por não se dispor no momento da literatura especializada. Dispõe-se de dados sobre pesquisas do solo no Brasil, que serão examinados a seguir, a fim de se constatar se podem ser usados como parâmetro para julgar a situação dos países subdesenvolvidos, como foi feito na primeira parte deste trabalho ao se

examinar a "precariedade de solos e climas" desses países.

São duas as pesquisas de solo no Brasil a serem examinadas: a primeira baseia-se em dados de análises químicas e físicas executadas por laboratórios de solos; a segunda, em dados de experiências de adubação de campo.

A primeira foi elaborada pelo IPEA (4) com base nos resultados das análises de uma rede de 57 laboratórios especializados em análises do solo para atender aos agricultores em suas consultas de adubação; esses laboratórios executam por ano algumas centenas de milhares de análises nas diferentes regiões do País.

Em síntese, a pesquisa mostra que 80,1% da área abrangida pelas análises mostram "baixo nível" do nutriente fósforo e apenas 19,9% mostram nível "médio alto", o que significa, segundo os autores do estudo, que essas terras poderiam ser cultivadas ainda por algum tempo sem fertilizantes. Quanto ao nutriente potássio, a situação é mais favorável, pois apenas 23% da área analisada é classificada de "nível baixo" e 77% de nível "médio alto" (quadro 7).

Os resultados dessa pesquisa não atendem adequadamente os objetivos deste trabalho, pois a classificação nela contida prende-se somente à presença ou ausência de nutrientes no solo. Nada diz se essa falta de nutrientes é fruto das falhas do próprio solo, que o impede de reter e liberar os nutrientes às plantas quando necessário, ou se é apenas desgaste de nutrientes que podem ser renovados com adubação. Para estabelecer essa diferença seriam necessários exames mais detalhados de laboratório (que são feitos apenas em estudos especiais) como análises físicas, petrográficas e biológicas do solo, em seus diferentes perfis ou horizontes; e, ainda, medir a capacidade de "troca" e a saturação de bases do complexo coloidal de argila e húmus, calcular a capacidade de retenção de água dos polos capilares, indicar a presença de elementos que podem transformar-se em sais tóxicos (alumínio e manganês), além de outros.

A segunda pesquisa, também elaborada no IPEA (4), baseia-se nos experimentos de campo publicados em 73 artigos e relatórios no período de 1965 a 1972. Foram examinados, no total, 912 experimentos para determinar o efeito do nitrogênio, 1.034 para fósforo e 1.019 para o potássio.

QUADRO 7. - Distribuição da Área Cultivada, Segundo os Níveis de Fósforo e de Potássio Encontrados nos Solos, por Região e Estado, Brasil⁽¹⁾

Região e Estado	Superfície total (km ²)	Área cultivada (km ²)	Fósforo (PPM P)						Potássio (PPM K)					
			Baixo			Médio-Alto			Baixo			Médio-Alto		
			Nível crítico	Área		Nível crítico	Área		Nível crítico	Área		Nível crítico	Área	
				km ²	%		km ²	%		km ²	%		km ²	%
Nordeste														
Ceará	148.016	20.396,4	< 10	11.539,3	56,6	> 10	8.857,1	43,4	< 45	2.481,3	12,2	> 45	17.915,1	87,8
Rio Grande do Norte	53.015	3.172,2	< 10	5.149,6	56,1	> 10	4.023,8	43,9	< 45	2.548,8	27,8	> 45	6.623,4	72,2
Paraíba	56.372	10.512,7	< 10	4.988,9	47,5	> 10	5.523,8	52,5	< 45	1.937,4	18,4	> 45	8.575,3	81,6
Pernambuco	98.231	14.877,9	< 10	9.297,1	62,5	> 10	5.580,8	37,5	< 45	5.506,6	37,0	> 45	9.372,3	63,0
Alagoas	27.652	5.325,7	< 10	3.370,9	72,7	> 10	1.454,8	27,3	< 45	1.947,5	36,6	> 45	3.378,2	63,4
Sergipe	21.994	1.922,9	< 13	1.765,9	91,8	> 13	157,0	8,2	< 50	1.004,2	52,2	> 50	918,7	47,8
Região Cacaueira da Bahia	73.718	6.161,4	< 10	5.675,9	92,1	> 10	485,5	7,9	< 39	1.610,5	26,1	> 39	4.550,9	73,9
Bahia (Restante do Estado)	486.233	12.247,5	-	9.185,6	75,0	-	3.061,9	25,0	-	6.123,8	50,0	-	6.123,7	50,0
Total	965.281	80.616,7	-	51.472,2	63,8	-	29.144,5	36,2	-	23.159,1	28,7	-	57.457,6	71,3
Sudeste														
Minas Gerais	582.588	43.285,4	< 10	36.122,7	83,6	> 10	7.162,7	16,4	< 60	21.375,7	49,4	> 60	21.909,7	50,6
Rio de Janeiro	42.134	5.566,8	< 10	4.545,4	81,6	> 10	1.021,4	18,4	< 45	1.685,6	30,3	> 45	3.851,2	69,7
Espirito Santo	45.597	7.271,6	-	5.817,3	80,0	-	1.454,3	20,0	-	2.181,5	30,0	-	5.090,1	70,0
São Paulo	247.320	56.999,5	< 10	50.992,1	89,5	> 10	6.007,4	10,5	< 45	1.413,2	2,5	> 45	55.586,3	97,5
Total	917.637	113.123,3	-	97.477,5	86,2	-	15.645,8	13,8	-	26.656,0	23,6	-	86.467,3	76,4
Sul														
Paraná	199.554	44.006,7	< 9	35.051,5	79,6	> 9	8.955,2	20,4	< 30	9.570,3	21,7	> 30	34.436,4	78,3
Zonas Oeste e Rio do Peixe, SC	25.339	3.948,1	< 10	2.757,1	69,8	> 10	1.191,0	30,2	< 45	102,0	2,6	> 45	3.846,1	97,4
Santa Catarina (Restante do Estado)	70.145	5.934,2	-	4.153,9	70,0	-	1.780,3	30,0	-	206,7	5,0	-	5.637,5	95,0
Rio Grande do Sul	267.528	40.000,7	< 8	38.155,2	95,2	> 8	1.935,5	4,8	< 40	2.114,5	5,3	> 40	37.976,2	94,7
Total	562.565	93.979,7	-	80.117,7	89,3	-	13.862,0	14,7	-	12.083,5	12,9	-	81.896,2	87,1
Centro-Oeste														
Mato Grosso	1.231.549	6.228,0	< 10	5.295,8	85,0	> 10	931,2	15,0	< 45	3.270,5	52,5	> 45	2.957,5	47,5
Goiás	642.036	11.707,0	< 10	10.320,2	93,2	> 10	1.386,8	11,6	< 45	5.137,0	43,9	> 45	569,4	56,1
Total	1.873.585	17.935,0	-	15.617,0	87,1	-	2.318,0	12,9	-	8.137,6	46,9	-	9.526,9	53,1
Total geral	4.319.063	305.654,7	-	244.664,4	80,1	-	60.970,3	19,9	-	70.306,7	23,0	-	235.348,0	77,0

⁽¹⁾ Estimativas feitas segundo os critérios discutidos no texto.

A análise dos resultados desses experimentos foi feita com muitos detalhes. Como resultado final da pesquisa, o que interessa no momento é confrontar apenas os experimentos que praticamente não mostram aumento de produção (aumentos de apenas 0 a 10%) com os que mostram aumento de mais de 10%. Tem-se, assim, que nos experimentos específicos de nitrogênio, a relação é que em 94 experimentos, 32 não tiveram aumento, ou seja, 34,0% deles; nos de fósforo em 111 experimentos, 10 não deram aumento, ou seja, 9,0%; nos de potássio em 94 experimentos, 53 não deram aumento, ou seja, 54,7% deles (quadro 8).

Considerando os resultados segundo regiões, constata-se que com nitrogênio a Região com maior percentagem de experimentos que não mostra aumento de produção é a Centro-Oeste, com 14 em 23 experimentos, ou seja, 60,9% deles; no caso do fósforo, a Região Sul com 3 em 17 experimentos, ou seja, 23%; e no potássio, o Centro-Oeste de novo com 18 em 22 experimentos, ou seja, 81,8%.

Todavia, esses dados sofrem das mesmas limitações da pesquisa anterior. Não oferecem comprovação empírica ao objetivo deste trabalho, pois na experimentação de campo não se procura determinar se há apenas falta de nutrientes ou se há falhas de formação do solo, que impedem de reter e de liberar água e nutrientes às plantas. No Anexo 1, discute-se alguns fundamentos teóricos da ciência dos solos.

4 - LIMITAÇÕES DE PREÇO E DE MERCADO AGRÍCOLA

Nesta parte do trabalho procura-se comprovar que há razões de natureza estrutural e institucional para que os preços dos produtos agrícolas nos países subdesenvolvidos não possam se manter (por tempo mais longo e em número maior de produtos) em níveis considerados lucrativos; e que, também, não há razão para se esperar que no futuro possam ocorrer mudanças que permitam melhores condições de preços e de mercados.

A referência a essas limitações é de maior importância, pois vem justapor-se às posições anteriores, referentes às limitações dos recursos naturais e das pesquisas agrícolas, e fazem com que se torne ainda mais reduzida a possibilidade do setor agrícola agir como elemento propulsor do desenvolvimento econômico dos países subdesenvolvidos.

Não se trará comprovação empírica a essas limitações de mercados e preços; serão usados alguns enunciados teóricos e apontadas algumas características de natureza estrutural e econômica que agem como causas dessas limitações. Procura-se, assim, comprovar que há uma lógica econômica para as limitações de mercados e preços, limitações essas que cerceiam as possibilidades de o setor agrícola agir como elemento dinâmico do processo de desenvolvimento econômico.

A comprovação teórica inicia-se com os "modelos dualistas" de desenvolvimento. Esses modelos idealizam uma economia formada de dois setores: um "tradicional" representado pela agricultura e outro "moderno" representado pelo setor industrial, que se mostra mais dinâmico. Isso, numa formulação simplista do modelo.

Nesse modelo, na primeira fase do processo de desenvolvimento econômico, o setor agrícola é maior e mais importante do que o setor não agrícola, em termos de valor de produção e de número de trabalhadores ocupados. Com o evoluir do processo de desenvolvimento, ocorre mudança na importância relativa dos dois setores; cresce a importância do setor não agrícola em taxa superior à do setor agrícola. Essa mudança relativa de taxas de crescimento somente deixa de ocorrer quando a economia alcança uma situação de maturidade econômica. Os economistas referem-se a essa perda relativa da importância do setor agrícola como a "lei de declínio relativo da agricultura" (10, 11).

As mudanças que ocorrem na importância relativa dos dois setores devem-se, basicamente, às diferenças nas elasticidades-renda da demanda dos produtos agrícolas e não agrícolas. Como a elasticidade-renda é mais baixa para os

(10) O artigo do Prof. G.E. Schuh (11) afirma que o "declínio secular da agricultura" nos Estados Unidos somente agora deixa de se constatar. A afirmativa baseia-se nas mudanças que então ocorreram nos preços dos produtos agrícolas, na elevação da renda agrícola e nos níveis de salário dos trabalhadores rurais, quando em confronto com as mudanças ocorridas nos mesmos itens no setor não agrícola.

(11) Trabalhos pioneiros de "modelos dualistas" tem-se com: LEWIS (8); FEI & RANIS (3) e JORGENSON (6).

QUADRO 8. - Distribuição do Número de Experimentos Segundo as Percentagens de Aumento (ou Diminuição) de Produção com Emprego dos Nutrientes, N, P e K, Isoladamente, por Região, Brasil

Região	N						P						K					
	< 0	> 0 a 10	> 10 a 20	> 20 a 50	> 50	Total	< 0	> 0 a 10	> 10 a 20	> 20 a 50	> 50	Total	< 0	> 0 a 10	> 10 a 20	> 20 a 50	> 50	Total
Nordeste	0	2	1	3	9	15	0	1	1	3	11	16	3	3	2	2	15	25
Sudeste	5	7	4	12	10	38	1	2	12	24	16	55	7	14	7	5	3	36
Sul	2	2	1	7	6	18	2	1	3	5	6	17	1	6	0	0	4	11
Centro-Oeste	5	9	2	6	1	23	2	1	1	7	12	23	12	6	3	1	0	22
Total	12	20	-	25	26	94	5	5	17	39	45	111	23	29	12	8	22	94

Fonte: IPEA/IPLAN (4).

produtos agrícolas, o montante demandado de seus produtos cresce relativamente menos do que os do setor não agrícola (à medida que se eleva o nível de renda total da economia); e, por isso, a produção do setor agrícola tem de crescer menos em relação à do setor não agrícola durante o processo de desenvolvimento econômico.

O mecanismo de preços do mercado é que comanda a diferença de crescimento dos dois setores. Com valores de elasticidade-renda maiores, os produtos industriais têm acrescidos a demanda, os preços, as perspectivas de lucro e a produção de seus artigos; enquanto o setor agrícola, com elasticidades-renda menores, sofre decréscimos reduzidos na demanda, nos preços, nas perspectivas de lucro e na produção de seus produtos. E isso leva a transferência de recursos (empresário, capital e mão-de-obra) de um setor para o outro. Isso ocorre no início e durante o processo de desenvolvimento, até alcançar a fase de maturidade econômica. Menores perspectivas de lucro no setor agrícola são, pois, condições básicas para se ter o processo de desenvolvimento econômico em marcha.

Aliás, com freqüência, a situação dos preços torna-se ainda mais difícil para o setor agrícola devido a proteção fiscal, tarifária, cambial e outras que os países subdesenvolvidos adotam em favor da "indústria nacional" numa tentativa de apressar a transformação de sua economia.

Não obstante toda a situação desfavorável que a agricultura sofre, em princípio, com os preços de mercado durante o processo de desenvolvimento, os estudiosos do assunto não deixam de apontar a exportação de produtos agrícolas como o elemento básico para alcançar o desejado crescimento econômico.

De fato, os produtos tipicamente de exportação, ou seja, os que têm seus preços determinados por condições de oferta e procura vigerantes no mercado internacional, não estão presos às condições até agora apontadas. Seus preços são limitados pela elasticidade-renda do próprio país e podem, por isso, ser mantidos em níveis mais elevados.

O mercado externo oferece, então, melhores possibilidades para os países que contam com recursos naturais favoráveis. Através de exportação, o país ganha ampliação de mercado

que possibilita a alocação mais adequada de recursos na produção de artigos para os quais tem maior vantagem comparativa. E recebe em troca cambiais que permitem a importação de matérias-primas, máquinas e demais produtos que são imprescindíveis ao desenvolvimento econômico.

É interessante lembrar que devido à importância das exportações estabeleceu-se no passado a divisão do mundo em países tropicais, exportadores de produtos agrícolas, e países de clima temperado, exportadores de manufaturados. E como lembra LEWIS (7) ... "o motor de crescimento dos países tropicais até há poucos anos era as exportações dirigidas largamente para os países de clima temperado em resposta aos impulsos gerados pela produção industrial desses países."

Esperava-se que o comércio internacional continuasse a crescer nessas linhas e que se ampliassem as possibilidades de que os países de economia alicerçada na produção agrícola pudessem se desenvolver com base na exportação.

Não obstante o enorme crescimento do mercado internacional ocorrido neste século, o que se constata é que a evolução não se processou dentro das linhas previstas. A velha divisão comercial do mundo, entre países tropicais exportadores de produtos agrícolas e países de clima temperado exportador de manufaturados... "deixou de existir" no dizer do próprio Arthur Lewis.

Os países que se industrializaram também aumentaram sensivelmente suas produções agrícolas, reduzindo, assim, em termos relativos suas importações. As tabelas organizadas por Lewis confirmam esse ponto, pois mostram que as exportações da América do Norte (Estados Unidos e Canadá) e da Europa Ocidental aumentaram no período de 1955 a 1965, em números índices, de 100 para 195 e 170, respectivamente, enquanto os países tropicais da África, América Latina e Extremo Oriente aumentaram de 100 para 128, 127 e 122, respectivamente.

Não obstante esses dados, importa indagar se ainda há possibilidades de os países subdesenvolvidos ganharem mais espaço no mercado internacional.

Uma das formas de ganhar espaço seria através de maior liberalização do comércio in-

ternacional. De fato, se os países desenvolvidos concordassem em reduzir ou eliminar as tarifas alfandegárias, as cotas de importação, os subsídios de preços e demais medidas que restringem a entrada de produtos agrícolas em seus mercados e, ainda, se eliminassem os subsídios às exportações de seus produtos, não haveria dúvida que se teria ampliação na exportação dos subdesenvolvidos. A dúvida está em saber qual a ordem de grandeza que se teria nos aumentos de exportação.

Estudos realizados pelo International Policy Research Institute (13) mostram que os benefícios dessa liberação não seriam grandes como em geral se imagina. No dizer dos Autores "se as barreiras forem completamente removidas, o ganho relativo da liberalização do comércio será na verdade trivial para a maioria dos 28 países". Apenas cinco países receberiam 70,8% dos aumentos de exportação calculados (Argentina, Brasil, Filipinas, México e República da China) ficando outros seis países com 18,0% (Índia, Turquia, Malásia, Tailândia, Indonésia e Coréia) e os 17 países restantes com apenas 11,2% dos benefícios.

Esses resultados não confirmam, portanto, o otimismo que em geral se tem com os efeitos de uma redução das tarifas nos países desenvolvidos.

Há duas outras características econômicas de maior responsabilidade como elementos que dificultam os países subdesenvolvidos na ampliação de suas exportações: os "benefícios desiguais da modernização" e o "desequilíbrio estrutural" do comércio internacional de produtos agrícolas. Ambas não têm sido devidamente consideradas pelos analistas da questão.

A primeira diz respeito ao fato de os benefícios das novas tecnologias, em termos de aumento de produtividade e redução de custo, mostrarem-se muito superiores quando empregados nos países desenvolvidos do que nos subdesenvolvidos. O que se explica por serem os desenvolvidos notoriamente melhor dotados de recursos naturais, pesquisas agrícolas, qualificação de empresários rurais, eficiência das indústrias de insumos, disponibilidade de recursos financeiros e, especialmente, infra-estrutura de comercialização de produtos e insumos agrícolas. Esses países têm condições de obter maior vantagem no emprego da moderna tec-

nologia agrícola e, portanto, de alcançar níveis mais elevados de produtividade e menos elevados de custo de produção.

A segunda característica, o "desequilíbrio estrutural" do comércio internacional dos produtos agrícolas, que é como se pode definir o fato de o montante da produção agrícola que os países subdesenvolvidos precisariam exportar (para ter a exportação como fator dinâmico de desenvolvimento), ser em muito superior ao montante de produtos agrícolas que os países desenvolvidos podem importar.

Esse "desequilíbrio estrutural" pode ser aceito se se considerar as flagrantes desproporções de recursos e de população que existem entre esses países. Estatística da FAO (10) mostra que os países subdesenvolvidos tinham em 1987 uma população economicamente ativa de 1,6 bilhão de pessoas, sendo 61,4% deles, ou 1,0 bilhão, na agricultura; enquanto os países desenvolvidos com 589 milhões tinham apenas 55,8 milhões na agricultura, ou seja, 9,5%. A enorme população dos subdesenvolvidos ocupava 798 milhões de hectares em culturas, 1,9 bilhão de hectares em pastos e campos de pastagem, 2,2 bilhões em florestas (ou reflorestamento) e 2,6 bilhões classificados como "outras terras". A produtividade agrícola desses países é muito inferior à dos países desenvolvidos. Nas últimas décadas pode se tomar como confronto que os rendimentos em kg/ha dos desenvolvidos e subdesenvolvidos eram respectivamente os seguintes, por cultura: trigo 2.202 e 1.182; arroz 5.670 e 1.944; milho 4.961 e 1.295; algodão 1.555 e 829; e soja 1.346 e 865.

A participação das duas classes de países na exportação também é muito desigual; os subdesenvolvidos, não obstante toda a população e a terra ocupada, exportaram em 1985 apenas 464,7 bilhões de dólares de matéria-prima agrícola, alimento, bebida e tabaco e os desenvolvidos exportaram quase três vezes mais, ou seja, 1.266,9 bilhões(5).

Dentro desse contexto, aceita-se a existência de um desequilíbrio estrutural, ou seja, a impossibilidade econômica de os países subdesenvolvidos em geral poderem obter aumentos generalizados de exportação, por falta de maior demanda de parte dos países economicamente desenvolvidos.

E, por último, é preciso considerar a pos-

sibilidade de se vir a ter um crescimento de demanda de produtos agrícolas no mercado externo, derivado do próprio crescimento da economia mundial, que teria um efeito mais permanente e seguro sobre essa demanda.

As previsões de crescimento mundial são otimistas. Tudo indica que continue a crescer no futuro em ritmo favorável e em taxas próximas das que têm sido alcançadas nas últimas décadas. Não há razões mais fortes para se prognosticar inversão de longo prazo nessa tendência.

Ainda que se considere a possibilidade de alguns efeitos negativos sobre a demanda – na forma de substituição de produtos agrícolas por sintéticos e de redução dos graus de elasticidade-renda da demanda de muitos produtos – as previsões são sempre no sentido de um ganho líquido da demanda geral dos produtos agrícolas, devido ao problema da pobreza e da fome que afeta enorme proporção mundial e para o qual sempre se espera por uma solução.

Todavia, não há elementos nessas previsões que permitam esperar aumentos efetivos de demanda de produtos agrícolas no mercado internacional que se mostrem suficientes para atender a necessidade dos países subdesenvolvidos em geral; pois o montante de produtos agrícolas que os subdesenvolvidos precisam exportar (para poder se desenvolver economicamente) é muitas vezes superior às possibilidades de importação dos desenvolvidos; conforme foi mostrado ao se discutir a presença do "desequilíbrio estrutural".

O que se pode afirmar, face às análises procedidas neste trabalho, é que o crescimento ainda que otimista da demanda mundial de produtos agrícolas não será suficiente para favorecer mais do que um pequeno número de países que aguardam a oportunidade de se desenvolver com base na agricultura. E que os demais países, de condições menos favoráveis à modernização, terão de ficar de fora aguardando a sua vez; ou procurando encontrar outras atividades que não a exportação agrícola, que possam servir como motor de crescimento de sua economia.

Finalmente, cabe citar a façanha contemporânea dos países chamados "Tigre da Ásia", que nos últimos 20 anos obtiveram taxas de crescimento econômico até hoje inigualadas.

Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):159-181, 1990.

Em quatro deles, Coréia do Sul, Taiwan, Hong Kong e Cingapura, partindo de baixíssimos níveis de renda per capita, de cerca de 100 dólares, alcançaram em 1988, respectivamente, valores de 2.800, 4.800, 7.600 e 7.600 dólares per capita.

E isso não se deve à agricultura, pois a limitação de terras agrícolas é, neles, muito acentuada. Coréia do Sul e Taiwan dispõem de áreas geográficas de 2,3km² e 1,8km² por habitante, áreas que restringem as possibilidades da agricultura; e Hong Kong e Cingapura têm áreas geográficas de 0,20km² e 0,24km² por habitante, o que praticamente, impede a atividade agrícola. Aliás, como diz a revista "Veja" (de 14/09/1988) em cuidadosa reportagem sobre esses países: "Em Cingapura e Hong Kong até a água para banho precisa ser importada".

O crescimento econômico e social desses países deve-se ao desenvolvimento da indústria e à exportação de produtos industriais que vão de pequenas mercadorias como brinquedos e relógios plásticos até aparelhos eletrônicos e automóveis. Basta dizer que as exportações em 1988 foram de 46 bilhões de dólares na Coréia do Sul, 52 bilhões em Taiwan, 45 bilhões em Hong Kong e 24 bilhões em Cingapura, quase todos com valores superiores aos 26 bilhões conseguidos pelo Brasil.

Não há dúvida que os "Tigres da Ásia" estão dando o exemplo que se fazia necessário para que os demais países subdesenvolvidos acreditassem nas possibilidades de outros caminhos, que não o da agricultura, para alcançar o desejado desenvolvimento econômico e social.

LITERATURA CITADA

1. BRASIL. Ministério da Agricultura. SUPLAN. **Oferta e demanda de recursos de terra no Brasil**. Brasília, 1975 106p. (Versão preliminar)
2. ESTATÍSTICAS CADASTRAIS. Brasília, INCRA, 1972. v.1.
3. FEI, John C.H. & RANIS, Gustav. **Development of the labor surplus economy: theory and policy**. Homewood, Illinois, s.ed., 1964.

4. INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL - IPEA/INSTITUTO DE PLANEJAMENTO - IPLAN. **Tecnologia moderna para a agricultura: fertilizantes químicos.** Brasília, 1975. v.2, p.451-460.
5. INTERNATIONAL TRADE STATISTICS YEARBOOK. New York, Nações Unidas, 1986. v.2.
6. JORGENSON, Dale. W. The development of a dual economy. **Economic Journal**, London, 71(282):309-334, June 1961.
7. LEWIS, W.A. **Aspects of tropical trade 1833-1965: Wicksell lectures.** Estocolmo, Almqvist/Wicksell, 1969. p.7.
8. _____ . **Economic development with unlimited supplies: labor.** Manchester School, 1954.
9. PAIVA, Ruy M. **A agricultura no desenvolvimento econômico: suas limitações como fator dinâmico.** Rio de Janeiro, IPEA, 1979. 204p. (Monografia, 30)
10. PRODUCTION YEARBOOK. Roma, FAO, 1988. v.41.
11. SCHUH, G.E. The new macroeconomics of agriculture. **American Journal of Agricultural Economics**, Ames, 58(5):802-811, Dez. 1976.
12. SCHULTZ, Theodore W. **Economic crisis in world agriculture.** Ann Arbor, University of Michigan, 1965. p.53-54.
13. VALDÉS, A. & HUDLESTON, B. **Potential of agricultural exports to finance increased food imports: selected developing countries.** Washington, International Food Policy Research Institute, 1977. (Occasional paper, 2)

PODE A AGRICULTURA SER FATOR DINÂMICO DE CRESCIMENTO DOS PAÍSES SUBDESENVOLVIDOS?

ANEXO 1

Alguns Elementos da Ciência dos Solos

Não sendo possível constatar empiricamente a frequência com que os solos pobres (que não podem ser recuperados) ocorrem na agricultura do Brasil - e, por conseguinte, também nos países subdesenvolvidos - tem-se de recorrer aos ensinamentos teóricos da ciência dos solos. Com estes ensinamentos, pode-se constatar que são inúmeras as deficiências de natureza física que os podem impedir de reagir favoravelmente ao emprego de fertilizantes, calcários e bons tratos culturais. Esses ensinamentos são também válidos para os países subdesenvolvidos em geral.

Far-se-á a seguir uma descrição ⁽¹⁾ sucinta do mecanismo de suprimento de nutrientes químicos e de água às plantas; e da importância do húmus, assim como da textura, estrutura e outros elementos físicos do solo sobre a fertilidade deste. Desse modo pode-se compreender e aceitar a dificuldade (ou mesmo impossibilidade) de se poder corrigir a falta de fertilidade quando esta se deve a falhas ou imperfeições de natureza física do próprio solo.

Com respeito à nutrição das plantas, a ciência mostra que os nutrientes químicos são absorvidos pelas raízes na forma de íons, que são átomos ou aglomerados de átomos com carga elétrica (sendo esta positiva, são chamados cátions e sendo negativa, ânions). Esse íons ou nutrientes não ficam livremente disponíveis na solução do solo (a não ser em pequeníssima quantidade). Eles são absorvidos por um fenômeno físico, de absorção, pelas partículas coloidais (orgânicas e minerais) e retidos como parte da matéria orgânica do solo. Através de um processo de "troca", renovam-se os nutrientes na solução do solo à medida que são absorvidos pelas plantas.

Esse processo de troca de íons se faz principalmente através das partículas de argila coloidal que, carregadas negativamente (provavelmente devido à perda de base pela ação do tempo) atraem e retêm cátions, inclusive os metálicos, como o cálcio. Na ausência deste, retêm o hidrogênio e tem-se então o fenômeno da acidez do solo.

Outro elemento de grande importância nos solos é a matéria orgânica. Muito abundante nas terras ela se decompõe no início muito rapidamente. Com a continuação do processo de decomposição, essa rapidez se reduz até que um resíduo que se mostra resistente à decomposição, se mantém, formando um estoque mínimo quase que permanente no solo. A matéria orgânica pode se transformar em húmus, que é constituída de partículas ou núcleos, com carga negativa e alta capacidade de absorção de água e de troca de cátions. Praticamente, todo o nitrogênio do solo está contido na matéria orgânica, e parte ponderável do fósforo total também é encontrada na forma orgânica, ainda que todo ele seja originalmente de proveniência inorgânica.

Quanto ao elemento água nos solos, distinguem-se três classes: a hidrosférica, que não tem movimento no solo e não é utilizada pelas plantas; a água capilar, que é a mais importante do ponto de vista agrícola; e a água gravitacional, que se movimenta em relação à gravidade. Na água capilar deve distinguir-se, ainda, a parte que constitui a "umidade de murchamento", que é o teor de água que o solo ainda mantém quando a planta murcha; e a "umidade de campo" que é a que o solo pode manter após perder por drenagem toda a água gravitacional. Dentre essas formas de água, a mais importante

⁽¹⁾ A descrição baseia-se em livros de textos escolares e pode não estar isenta de incorreções técnicas.
Agricultura em São Paulo, SP, 37(1):159-181, 1990.

como determinante da produção agrícola é a denominada "umidade do campo".

No processo de suprimento de nutrientes e de água às plantas, é de grande importância o papel dos elementos de natureza física do solo. Um destes é a textura, que diz respeito à quantidade e ao tamanho das partículas que compõem o solo e que tem influência tanto sobre o fornecimento de nutriente e água às plantas como sobre a aeração do solo, que é um fenômeno complementar à sua fertilidade. Como a retenção de nutrientes é fenômeno de absorção (de natureza física e, portanto, de superfície das partículas dos solos), torna-se de maior importância o tamanho dessas partículas, pois sendo estas menores aumenta a área total da superfície disponível no solo e, com isso, sua capacidade de retenção total de nutrientes e seu volume de troca de bases.

A estrutura é outra característica importante, que diz respeito às formas como se agregam as partículas do solo, agregação esta que pode ser de diferentes formas ou arranjos. As partículas de argila coloidal de um solo, se constituídas, por exemplo, de cristais de alumínio e de sílica agregados em camadas paralelas têm uma área de superfície muito maior, uma vez que se adiciona, também, à superfície interna os cristais individuais e, com isso, sua capacidade de "troca" de base (e, por conseguinte, sua fertilidade) torna-se muito maior.

A porosidade é outra característica física de importância. Diz respeito aos interstícios, ou poros, que se formam entre os agregados das partículas e que são responsáveis tanto pelo arejamento do solo como pela quantidade de água que este pode armazenar e ceder às plantas, quando necessário.

O importante a salientar, a respeito dessas características, é que elas são estabelecidas no processo de formação dos solos. Dependem, portanto, do material (ou rocha) que lhe dá origem, assim como do processo de meteorização pelo qual este material passa. Sabe-se, por exemplo, que a presença de argila no solo é de grande importância para as plantas, e que são diversas as formas dessas argilas. Sabe-se, também, que cada uma delas tem características específicas em termos de capacidade total de "troca" e de condições de proporcionar porosidade ao solo e, desse modo, contribuem em

graus diferentes para a sua fertilidade.

Mas desde que o solo disponha de uma dessas argilas em dada proporção, ele tem praticamente selado sua sorte em termos de padrões de fertilidade que poderá alcançar. E se o solo, devido a seu material de origem e processo de meteorização, não foi favorecido com um complexo coloidal de argila e húmus, o problema torna-se mais sério, pois a tecnologia moderna não tem possibilidades de ação no sentido de trazer-lhe aumento de fertilidade.

Através de trabalhos mecânicos e de um cultivo adequado do solo pode-se às vezes compensar algumas dessas falhas. A adição de matéria orgânica que seria a grande possibilidade de sanar as falhas de origem física do solo – uma vez que o húmus pode suplementar as funções dos colóides argilosos – é uma operação difícil e problemática para a agricultura comercial.

Compreende-se, assim, que são muito variados os problemas de deficiência de natureza física dos solos. E são todos muito graves, pois não podem ser praticamente sanados pelas técnicas agrícolas, colocando-se, assim, fora do alcance das pesquisas agrônômicas.